

Rancang Bangun Sistem Proteksi Over dan Under Voltage Secara Otomatis Menggunakan Modul Deep Sea 4520

Muhammad Rizqi Nur Salam¹

¹Teknik Elektro, Fakultas Teknik Universitas Pamulang

¹Jl. Raya Puspitek, Buaran, Kec. Pamulang, Kota Tangerang Selatan, Banten 15310, Indonesia

¹muhammadrizkyns9@gmail.com

INFORMASI ARTIKEL

diajukan : 1 Nov 2025
revisi : 2 Nov 2025
diterima : 20 Nov 2025
dipublish : 3 Nov 2025

ABSTRAK

Pada lingkup perusahaan yang mewajibkan ketersediaan energi listrik secara terus menerus dan tidak boleh terputus, maka sangat dibutuhkan genset dengan kapasitas yang memenuhi kebutuhan suatu industri atau memiliki kapasitas besar. Karena listrik tidak boleh putus maka dibuatlah alat untuk otomatis memback-up saat terjadi kendala. Dalam hal ini digunakan modul *deep sea electronics* 4520 untuk melakukan pengamatan pada penelitian jenis eksperimen. Pengambilan data berupa pengujian dan pembuktian yang bertujuan untuk mendapatkan fakta serta sifat mengenai suatu permasalahan. Dalam hal ini dilakukan pengamatan pada sistem panel proteksi untuk mengetahui kelayakan serta kesanggupan dalam memback-up 2kWh. Hal yang diamati adalah frekuensi, arus, tegangan, daya, dalam uji coba dengan beban yang diamati melalui modul *deep sea electronics* 4520. Pada saat pengujian dengan beban perbedaan daya yang dihasilkan melalui pengamatan dengan modul *deep sea electronics* 4520 dan Avometer berbeda sangat tipis, Ampere yang dihasilkan saat melakukan uji coba dengan beban 900W adalah 4A. Tegangan yang digunakan 220V. Cos ϕ yang dihasilkan 0.97. Dikarenakan cos ϕ yang digunakan 0.97 bukan 1 maka ada sedikit perbedaan daya hasil perhitungan antara modul *deep sea electronics* 4520 dan Avometer. Frekuensi yang dihasilkan dari uji coba dengan beban baik 200W hingga 900W adalah 50.1Hz. Tegangan terendah adalah 209V, tegangan tertinggi 236V. Uji coba beban 900W. Ampere yang dihasilkan adalah 4A. Panel proteksi mampu menjalankan tugas dengan baik saat memback-up. Hasil dari modul *deep sea electronics* 4520 adalah 50.1Hz untuk frekuensi, dan cos ϕ adalah 0.97.

Kata Kunci: panel proteksi, tegangan rendah; tegangan berlebih, *deep sea electronics*

ABSTRACT

In companies that require a continuous and uninterrupted supply of electrical energy, a generator with sufficient capacity to meet the needs of an industry or with a large capacity is essential. Since the electricity supply must not be interrupted, a device has been developed to automatically back up the system in the event of a problem. In this case, the deep-sea electronics 4520 module is used for monitoring. This research is an experimental study. The

data collected consists of tests and verifications aimed at obtaining facts and characteristics related to a particular issue. In this case, observations were made on the protection panel system to assess its suitability and capability in backing up 2 kWh. The parameters observed include frequency, current, voltage, and power, during tests with loads monitored through the deep-sea electronics 4520 module. During the load test, the power difference observed using the deep-sea electronics 4520 module and the Avometer was very slight. The current produced during the test with a 900W load was 4A. The voltage used was 220V. The $\cos \phi$ value obtained was 0.97. Since the $\cos \phi$ value used was 0.97 rather than 1, there was a slight difference in the calculated power output between the deep-sea electronics 4520 module and the Avometer. The frequency obtained from the load testing, ranging from 200 W to 900W, was 50.1Hz. The lowest voltage is 209V, the highest voltage is 236V. Load testing of 900W. The resulting current is 4A. The protection panel is able to perform its duties well when backing up. The results from the deep-sea electronics 4520 module are 50.1Hz for frequency, and $\cos \phi$ is 0.97.

Keywords: protection panel; low voltage; overvoltage, deep sea electronics

PENDAHULUAN

Seiring perkembangan teknologi elektronik, hampir seluruh manusia bergantung pada energi listrik, Energi listrik digunakan dalam industri maupun perumahan. Energi merupakan pendukung untuk berbagai macam peralatan, antara lain lampu, mesin-mesin listrik, dan lain sebagainya. Pada lingkup perusahaan, ketersediaan energi listrik diwajibkan untuk ada secara *continuous* atau terus menerus, karena dibutuhkannya aliran listrik yang terus menerus dan tidak boleh terputus. Namun, karna sistem kelistrikan sangat kompleks, maka sangat memungkinkan akan terjadinya gangguan yang menyebabkan aliran daya listrik terputus. Apabila ada kendala, maka akan digunakan sebuah *Genset (Generator Set)* dengan kapasitas besar yang memenuhi kebutuhan suatu perusahaan.

Dalam sistem pembangkitan listrik modern, keandalan dan efisiensi dalam pengoperasian genset sangatlah penting, terutama dalam aplikasi industri, komersial, maupun fasilitas kritis seperti rumah sakit dan pusat data. Seiring dengan meningkatnya kebutuhan akan sistem kontrol yang canggih dan terintegrasi, penggunaan modul kontrol otomatis menjadi suatu keharusan untuk memastikan performa optimal, pemantauan real-time, serta perlindungan sistem secara menyeluruh (Tanjung, 2020).

Salah satu perangkat yang banyak digunakan untuk memenuhi kebutuhan tersebut adalah *Deep Sea Electronics (DSE) 4250*. Modul ini merupakan kontroler otomatis untuk sistem *Automatic Mains Failure (AMF)*, yang berfungsi untuk mengelola perpindahan daya antara sumber listrik utama (PLN) dan genset secara otomatis. Ketika terjadi gangguan pada suplai listrik utama, DSE 4250 secara otomatis akan memerintahkan genset untuk menyala

dan mengambil alih beban. Sebaliknya, ketika suplai listrik utama kembali normal, modul akan mengatur pemindahan beban kembali ke PLN dan mematikan genset sesuai prosedur yang telah diprogram (Suhanto, 2018).

DSE 4250 dilengkapi dengan fitur-fitur canggih seperti tampilan LCD, sistem alarm dan proteksi, pemantauan parameter listrik dan mesin secara real-time, Fitur-fitur ini menjadikan DSE 4250 sebagai solusi ideal untuk kontrol otomatis genset dalam sistem AMF, sekaligus meningkatkan efisiensi operasional dan mengurangi risiko kegagalan sistem (Suhanto, 2018).

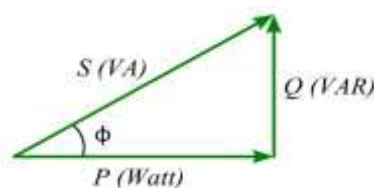
Dengan latar belakang inilah adanya fitur dari DSE 4250 tidak hanya berfungsi sebagai pengendali switching antara PLN dan genset, tetapi juga sebagai pengaman aktif terhadap fluktuasi tegangan yang membahayakan. Oleh karena itu, pemahaman terhadap fungsi, konfigurasi, serta pengujian fitur proteksi over voltage dan under voltage pada modul DSE 4250 menjadi penting dalam perancangan dan pengoperasian sistem kelistrikan yang handal.

TEORI

Sistem proteksi adalah suatu sistem yang dipasang untuk pengamanan terhadap peralatan listrik, yang diakibatkan adanya gangguan teknis, gangguan alam, dan kesalahan operasi, serta penyebab lainnya. Keandalan suatu sistem tenaga listrik antara lain ditentukan oleh frekuensi pemadaman yang terjadi dalam sistem tersebut. Pemadaman yang terjadi biasanya disebabkan oleh gangguan, sehingga demi meningkatkan keandalan serta mencegah atau mengurangi gangguan diperlukan sebuah mekanisme yang dapat menghindari frekuensi pemadaman yang terlalu sering dalam jangka waktu yang sangat lama. Mekanisme ini adalah suatu sistem kelistrikan yang sering disebut sistem proteksi.

Fungsi sistem proteksi adalah memisahkan bagian – bagian yang terganggu atau terkena gangguan, sehingga bagian sistem lainnya dapat berfungsi dengan cara sebagai berikut: Mendeteksi adanya gangguan atau kondisi abnormal lainnya pada bagian sistem yang diamankannya (*Fault Detection*). Melepaskan bagian sistem yang terganggu (*Fault Clearing*). Memberitahu operator adanya gangguan dan lokasinya (*Annunciation*). Pengaman – lebur (*Fuse*) adalah contoh alat pengaman yang paling sederhana yang jika dipilih dengan tepat dapat memenuhi fungsi tersebut.

Konsep Dasar Aliran Listrik Dalam persamaan maupun perhitungan daya, hal pokok yang harus dipahami adalah dengan memahami konsep segitiga daya. Ilustrasi konsep segitiga daya ditunjukkan pada Gambar 1 di bawah ini (Widharma, 2021).



Gambar 1. Segitiga daya.

Keterangan Gambar 1: P adalah Daya Aktif (Watt), Q adalah Daya Reaktif (VAR), S adalah Daya Semu (VA) dan $\cos \phi$ adalah Faktor Daya. Dalam sistem tenaga listrik dikenal tiga jenis daya, yaitu daya aktif atau *real power* (P), daya reaktif atau *reactive power* (Q), dan daya nyata atau *apparent power* (S). Daya aktif bersumber dari trafo dan ganset terdapat pada persamaan sebagai berikut (Widharma, 2021):

$$P = V \times I \times \cos \phi \dots \dots \dots (1)$$

Keterangan persamaan 1: P adalah daya nyata (Watt), V adalah tegangan (Volt), I adalah arus yang mengalir pada penghantar (Ampere) dan $\cos \phi$ adalah faktor daya.

METODOLOGI

Dalam melakukan penelitian penulis menyusun kerangka penelitian agar setiap kegiatan penelitian dapat dilakukan secara sistematis dan terstruktur.

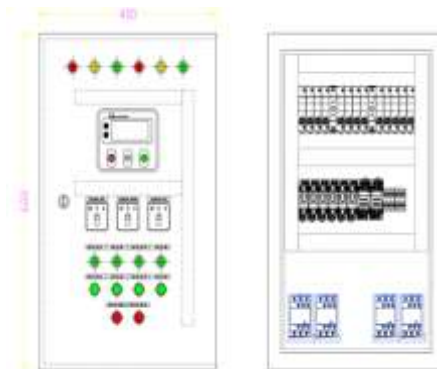


Gambar 2. Flowchart penelitian.

Berikut ini adalah *Flowchart* alur penelitian yang dilakukan: Diawali dengan mencari tema penelitian, penulis disini menentukan bahasan apa yang akan dilakukan pada penelitian tugas akhir ini, dengan melakukan hal tersebut penulis dapat menentukan judul penelitian. Lalu penulis menentukan masalah apa saja yang akan dibahas. Dari sini penulis dapat menentukan Batasan serta rumusan masalah yang akan penulis lakukan. Kemudian penulis melakukan studi pustaka dengan membaca jurnal serta referensi terkait lainnya yang sesuai dengan batasan masalah yang telah ditentukan.

Setelah melakukan semua langkah diatas penulis melakukan observasi lapangan yaitu dengan menentukan tempat untuk melakukan percobaan. Setelah menentukan batasan masalah serta melakukan studi pustaka penulis mulai menentukan gambar kerja pembuatan untuk percobaan yang akan dilakukan yaitu pembuatan sistem panel proteksi. Kemudian setelah menentukan gambar kerja sistem panel proteksi penulis mulai mempersiapkan alat dan bahan yang dibutuhkan. Kemudian penulis melakukan perakitan panel proteksi serta mempersiapkan modul *Deep Sea Electronics 4520*.

Kemudian dilakukan pengujian alat, yang dilakukan dengan mengujinya dengan Avometer dan modul *Deep Sea 4520*. Setelah melakukan pengujian alat. Apabila terjadi kesalahan maka penulis akan melakukan review ulang dari pembuatan gambar kerja. Apabila tidak terjadi kesalahan maka penulis akan melakukan pengamatan serta pengolahan data yang telah diperoleh. Setelah pengamatan serta pengolahan data kemudian penulis dapat membuat hasil yang didapat serta membuat kesimpulan dari hasil percobaan. Dengan berakhirnya pembuatan hasil dan kesimpulan maka uji coba yang telah dilakukan telah selesai. Setelah melakukan beberapa kali perhitungan serta pertimbangan dalam membuat desain untuk panel. Berikut adalah gambar desain untuk box 40 x 60 x 20 cm.



Gambar 3. Desain panel.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada bab ini berisi mengenai hasil penelitian dan pengamatan dari panel proteksi *over voltage* dan *under voltage* yang telah direalisasikan dan diuji coba. Hasil dari penelitian dan pengamatan ini berupa analisa, pengujian alat dan hasil pengujian. Pada penelitian ini semua data yang diambil dari *power station* PLN berbasis modul *Deep sea 4520* yang dapat digunakan untuk menarik masalah dan tujuan yang telah disimpulkan, Berikut adalah hasil keseluruhan rancang bangun alat.



Gambar 4. Keseluruhan rancang bangun alat.

Gambar 4 adalah panel proteksi ini menggunakan sumber daya yaitu dengan aliran arus listrik dari PLN dan atau generator(genset). Dimana ketika ada suatu aliran arus yang tinggi atau lemah maka dengan *control modul Deepsea dapat* memproteksi aliran arus listrik.

Pada penelitian ini pengujian modul *Deep Sea 4250* diperlukan untuk memastikan bekerja sesuai dengan fungsinya, Dibawah ini adalah hasil pengujian *Modul Deep Sea 4250*.



Gambar 5. Hasil pengujian modul deep sea 4250.

Pada Gambar 5 adalah pengujian modul *deep sea 4250* yang telah selesai dirancang bangun, adapun hasil pengujiannya akan dijabarkan dengan Tabel 1.

Tabel 1. Pengujian modul deep sea 4250.

Jenis Pengujian	Langkah Pengujian	Hasil
<i>Power On Test</i>	Hubungkan suplai DC 8–35V	Modul menyala, layar LCD aktif
<i>Manual Start</i>	Tekan tombol "Start" pada panel	Mesin genset menyala
<i>Stop</i>	Tekan tombol "Stop"	Mesin genset mati
<i>Mode Otomatis</i>	Set ke mode "Auto", matikan suplai PLN	Genset menyala otomatis
<i>Restore PLN</i>	Kembalikan suplai PLN	Genset mati otomatis setelah jeda transfer

Penelitian ini menggunakan *stabilizer* untuk melakukan pengujian *Under Voltage*, Dengan cara mengatur mengurangi tegangan menjadi turun, Dengan seperti itu dapat diambil dan dianalisa turunnya tegangan pada panel *deep sea 4520*.



Gambar 6. Pengujian under voltage dan overvoltage pada deep sea 4520.

Pada Gambar 6 adalah proses pengambilan data pengujian *Under Voltage* dan *Over Voltage* yang di lakukan dengan memonitoring delay proteksi dari panel *deep sea* 4520, berikut adalah hasil dari tabel hasil pengujian *under voltage* pada panel *deep sea* 4520.

Tabel 2. Hasil pengujian *set point* tegangan terhadap *delay*.

Kondisi setpoint (V)	Volt kWh 1 (V)	Volt kWh 2 (V)	Volt Genset (V)	Delay kWh 1 (sec)	Delay kWh 2 (sec)	Close kWh 1 (sec)	Close kWh 2 (sec)	Close Genset (sec)
<i>Under</i> (210)	209	209	220	5	5	2	2	10
<i>Normal</i> (220)	220	220	220	-	-	-	-	-

Dari Tabel 2 dapat diamati ketika tegangan diturunkan ke angka *set point* dengan waktu 5 detik (*Delay* dari *Deep Sea* 4520, maka waktu yang dibutuhkan genset untuk memproteksi 2 detik (*Close*), kemudian ketika tegangan sudah stabil kembali maka arus akan berpindah kembali ke tegangan awal dan genset akan mati dengan *delay* 10 (*Close*).

Pada Pengujian *Over Voltage* yang di lakukan dengan memonitoring delay proteksi dari panel saat *over voltage* dilakukan, Berikut adalah hasil dari tabel hasil pengujian.

Tabel 3. Hasil pengujian *set point* tegangan terhadap *delay*.

Kondisi setpoint (V)	Volt kWh 1 (V)	Volt kWh 2 (V)	Volt Genset (V)	Delay kWh 1 (sec)	Delay kWh 2 (sec)	Close kWh 1 (sec)	Close kWh 2 (sec)	Close Genset (sec)
<i>Over</i> (236)	235	235	220	5	5	2	2	10
<i>Normal</i> (220)	220	220	220	-	-	-	-	-

Dari Tabel 3 dapat diamati ketika tegangan dinaikkan ke angka *set point* dengan waktu 5 detik (*Delay* dari *Deep Sea* 4520, maka waktu yang dibutuhkan genset untuk memproteksi 2 detik (*Close*), kemudian ketika tegangan sudah stabil kembali maka arus akan berpindah kembali ke tegangan awal dan genset akan mati dengan *delay* 10 (*Close*), Maka dapat disimpulkan bahwa pengujian *Under Voltage* dan *Over Voltage* pada penelitian ini dapat memproteksi bila mana terjadi *Under Voltage* dan *Over*.

Pada penelitian ini mengambil data pengukuran beban menggunakan modul *Deep Sea* 4520 dengan *monitoring* lewat *display* dengan mengamati hasil keluarannya berikut adalah proses pengambilan data.



Gambar 7. Pengujian beban dengan *monitoring modul deep sea* 4250.

Pada Gambar 7 adalah pengujian panel proteksi yang dilakukan pengujian langsung dengan beberapa beban yang telah di tentukan yang kemudian diamati hasil keluarannya lewat *display*, Berikut ini tabel hasil pengukurannya.

Tabel 4. Hasil pengujian beban terhadap frekuensi.

Daya (W)	Tegangan (V)	Arus (A)	Frekuensi (Hz)	Cos ϕ	Total Daya (W)
200	220	0.8	50.1	0.97	170.7
300	220	1.4	50.1	0.97	298.8
400	220	1.8	50.1	0.97	384.1
500	220	2.2	50.1	0.97	469.5
600	220	2.6	50.1	0.97	554.8
700	220	3.2	50.1	0.97	682.9
800	220	3.6	50.1	0.97	768.2
900	220	4	50.1	0.97	853.6

Tabel 4 adalah hasil dari pengukuran yang didapatkan pada modul *Deep Sea Electronics* 4520, berikut ini adalah penjelasan tentang hasil yang didapatkan Pada beban tertinggi 900W yang ujikan pada penelitian ini, beban yang digunakan adalah setrika, *hair dryer*, charger laptop serta catokan rambut. Yang dimana masing-masing memiliki beban yaitu setrika 400W, *hair dryer* 300 Watt, dan charger laptop serta catokan rambut masing-masing 100W. Arus yang dihasilkan adalah 4A. Daya yang dihasilkan adalah 853.6W.

$$\begin{aligned}
 P &= V \times I \times \cos \phi \\
 &= 220 \text{ V} \times 4 \text{ A} \times 0.97 \\
 &= 853.6 \text{ Watt}
 \end{aligned}$$

Maka, dapat di simpulkan semakin besar beban yang diuji maka hasil keluaran daya yang dihasilkan akan semakin besar dan alat ini dapat berfungsi dengan baik saat diberikan beban 900W. Berikut adalah grafik perbandingan antara beban yang di uji.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dibahas, maka dapat kita tarik kesimpulan sebagai berikut: Sistem proteksi pada panel dapat mengontrol dan *monitoring* data, dan sistem proteksi dapat direalisasikan, menjalankan tugasnya dengan baik. Adanya sedikit perbedaan hasil arus dan daya sebenarnya pada pembacaan di monitor modul *Deep Sea Electronics* 4520 dan Avometer. Namun perbedaannya sangat sedikit yang dikarenakan pada modul *Deep Sea Electronics* 4520 ada yang dinamakan *safety default* yang melakukan batas aman dan standar. Genset mampu *back-up* kWh 1 dan 2 pada saat dibutuhkan. Tegangan yang dihasilkan saat terjadi *under* dan *over voltage* bagi kWh 1 dan 2 adalah 209V dan 236V. Pada saat terjadi *under* maupun *over voltage* pada KWH 1 dan 2, genset dapat *back-up*. Pada penggunaan daya 900W data yang dihasilkan pada modul *Deep Sea Electronics* 4520 adalah 50.1Hz frekuensi, dan arus yang dihasilkan pada penggunaan daya tertinggi adalah 4A. Besaran daya *template* atau daya yang dihasilkan pada modul *Deep Sea Electronics* 4520

dan daya aktual hasil penghitungan tidak jauh berbeda. Perbedaan yang sedikit ini dikarenakan $\cos \phi$ yang digunakan adalah 0.97.

DAFTAR PUSTAKA

- Ariyanto, E. (2021). Rancang Bangun Sistem Kendali Dan Monitoring Sistem Automatic Transfer Switch/Automatic Main Failure (ATS-AMF) Menggunakan Wemos D1 Berbasis Internet of Things (Iot). Vol. 4 No. 1 (2021): SinarFe7-4 2021, 4(1), 1-2.
- Cahyo, M. D. (2018). Rancang Bangun Sistem Proteksi Dan Monitoring Energi Listrik Berbasis Mikrokontroler Menggunakan Visual Studio Uji Coba Diakses Di PT. Pancawana Indonesia. CYCLOTRON, 1(2).
- Fikra, Y. (2018). Rancang Bangun Automatic Transfer Switch (ATS) Dengan Parameter Arus, Frekuensi Dan Suhu. Journal of Electrical Engineering, Energy, and Information Technology (J3EIT), 6(1).
- Prayogi, E. (2018). Perancangan Sistem Proteksi Menggunakan Modul Deep Sea Elektronik 3110 pada PLTMH Bintang Asih.
- Sufiyan Tsauri, I., & Hendarto, D. (2017). Rancang Bangun Perangkat Automatic Transfer Switch (ATS) Genset 1.200 VA Sebagai Energi Listrik Cadangan (Vol. 4, Issue 2). <http://ejournal.uika-bogor.ac.id>
- Suhanto. (2018). Rancang Bangun Sistem Automatic Transfer Switch Dan Automatic Mains Failure Pada Generator Set 80 kVA Dengan Deep Sea Electronic 4420.
- Supriyadi, A., Purnama, H., & Jadmiko, S. W. (2021). Rancang Bangun Automatic Close-Transition Transfer Switch (ACTS) Dengan Sistem Back-Up Catu Daya UPS.
- Syafruddin, R., Ramady, G. D., & Hudaya, R. R. (2021). Rancang bangun sistem prpteksi daya listrik menggunakan sensor arus dan tegangan berbasis arduino. Jurnal online Sekolah Tinggi Teknologi Mandala, 16(1), 36-43. (devira)
- Tanjung, M. S., Dalimunthe, M. E., & Saragih, Y. (2025). Analisis Keandalan Generator Set (Genset) Sebagai Power Supplay Darurat Aplikasi Pada Sistem Kelistrikan Kampus 3 Unpab. Aisyah Journal of Informatics and Electrical Engineering (AJIEE), 7(1), 35-39.
- Widharma, I., Sajayasa, I., Sunaya, I. N., & Budiada, I. (2021). Analisis Konsumsi Energi Listrik Dua Motor Induksi Tiga Fasa Antara Terhubung Langsung Dengan Terhubung Tukar Fasa. Jurnal Ilmiah Vastuwidya, 4(1), 21-25.